



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ТҰҢҒЫШ ПРЕЗИДЕНТІ - ЕЛБАСЫНЫҢ ҚОРЫ

«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ – 2017»

студенттер мен жас ғалымдардың
XII Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

XII Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ – 2017»

PROCEEDINGS

of the XII International Scientific Conference
for students and young scholars
«SCIENCE AND EDUCATION - 2017»



14th April 2017, Astana



**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**«Ғылым және білім - 2017»
студенттер мен жас ғалымдардың
XII Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XII Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2017»**

**PROCEEDINGS
of the XII International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2017»**

2017 жыл 14 сәуір

Астана

УДК 378

ББК 74.58

Ғ 96

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2017» студенттер мен жас ғалымдардың XII Халықаралық ғылыми конференциясы = The XII International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2017» = XII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2017». – Астана: <http://www.eni.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2017. – 7466 стр. (қазақша, орысша, ағылшынша).

ISBN 978-9965-31-827-6

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 378

ББК 74.58

ISBN 978-9965-31-827-6

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2017

коэффициент теплопередачи пучка труб с чистой поверхностью $Вт / (м^2 \cdot К)$, $Z_{гр}$ – количество чистых рядов.

Результаты расчета преведены на рисунке 3 в соответствии с обозначениями приведенными на рисунке 2:

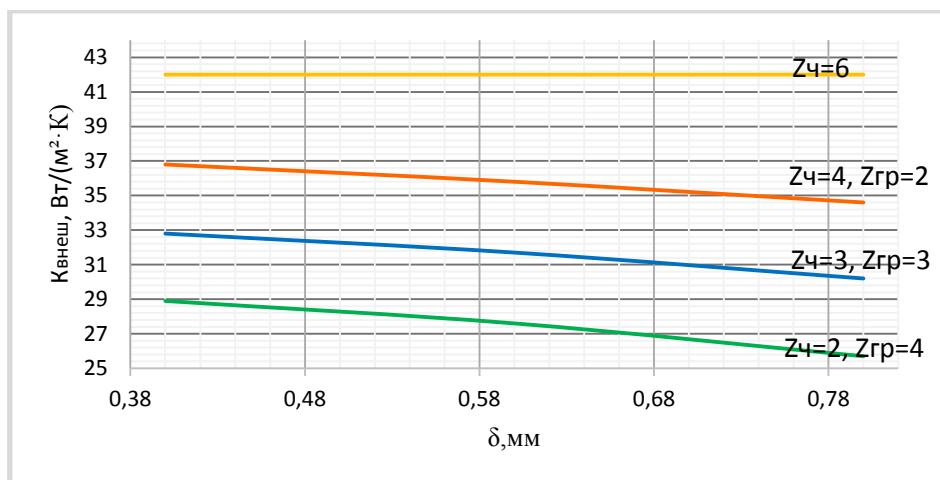


Рисунок 3 – Изменение коэффициента теплопередачи от толщины загрязнения

Исходя из зависимости, изображенной на рисунке 3, мы можем сделать вывод о необходимости учета внешнего загрязнения при определении коэффициента теплопередачи в тепловых расчетах. Сравнивая полученные значения с базовыми видим, что максимальное снижение коэффициента теплопередачи под влиянием внешнего загрязнения составляет 30 – 40%. Увеличение загрязненных рядов в 2 раза приводит к снижению коэффициента теплопередачи приблизительно на 25%.

Список использованных источников

1. Керн Д. Краус А. Развитые поверхности теплообмена / Д. Керн, А. Краус. – М.: Энергия, 1977. – 464 с.
2. Методика теплового и аэродинамического расчета аппарата воздушного охлаждения. – М.: ВНИИнефтемаш, 1971, 102 с.
3. Беркутов Р. А. Повышение энергоэффективности систем охлаждения газа на компрессорных станциях. Автореферат канд. диссертации. Уфа, 2010.
4. Осипова В. А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена. М.: Энергия, 1969.
5. Расчет, проектирование и реконструкция лесосушильных камер/ Е.С. Богданов, В.И. Мелехов, В.Б. Кунтыш, В.В. Новиков, Е.А. Пировских, А.И. Расев. – М.: Экология, 1993. – 352 с.

УДК 621.1

ПРИМЕНЕНИЕ ВИХРЕВОГО ЭФФЕКТА ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА

Шапхатов Мадии Бауыржанович

stat_1@mail.ru

Магистрант Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева,
Астана, Казахстан

Научный руководитель – М.Г. Жумагулов

Необходимая интенсивность горения и полнота выгорания пылевидного топлива в топочном объеме достигаются правильной организацией подачи и последующим смешением топлива (аэропыли) с вторичным воздухом, что обеспечивается горелочными устройствами.

Улучшенная степень смешения может быть реализована за счет организации вихревого движения отдельных или совместных потоков топлива и окислителя. В традиционных горелках не происходит воспламенения топлива. Их задача состоит в том, чтобы подготовить два самостоятельных потока. Для воспламенения необходимо обеспечить подсос топочных газов в свежую струю аэропыли для ее прогрева и своевременное смешение воспламенившегося топлива с остальной частью вторичного воздуха. С этой целью потоки горячего воздуха и аэропыли вводят в топочный объем с различными скоростями и с разной степенью крутки.

Различают два основных типа горелок: прямоточные и вихревые.

Через вихревые горелки пылевоздушная смесь и вторичный воздух подаются в виде закрученных струй, образующих в топочном объеме конусообразно расходящийся факел. Такие горелки выполняются круглыми в сечении. Прямоточные горелки подают в топку чаще всего параллельные струи аэропыли и вторичного воздуха. Перемешивание струй определяется главным образом взаимным расположением горелок на стенах топки и созданием необходимой аэродинамики струй в объеме топки. Эти горелки могут быть круглого или прямоугольного сечения.

Аэродинамическая картина течения в каналах вихревых горелок характеризуется комплексом специфических свойств, наиболее полно удовлетворяющих требованиям качественной смесеподготовки: большая объемная плотность кинетической энергии, мощные акустические колебания, высокая интенсивность турбулентности, ориентированная в радиальном направлении, рециркуляционные зоны, организация локализованных областей повышенной температуры. При критическом перепаде давления реализуются режимы работы от слабых возмущений среды, в которую происходит истечение. Поле центробежных сил и характерная особенность течения обеспечивают качественное конвективно-плечное охлаждение корпусных элементов вихревой горелки. Широкий спектр возможного использования вихревых горелочных устройств показан на рис. 1.



Рисунок 1— Классификация вихревых горелок и их применение

Закрутка потоков создается тремя основными методами:

- использованием тангенциального подвода (генератор закрутки с осевым и тангенциальным подводом);
- применением направляющих лопаток (закручивающее устройство);
- непосредственным вращением (вращающаяся труба).

Вихревые горелки выполняют следующих видов: двухулиточные с закручиванием аэропыли и вторичного воздуха в улиточном аппарате (рис. 2.а.), прямоточно-улиточные, в которых аэропыль подается по прямоточному каналу и раздается в стороны рассекателем, а

вторичный воздух закручивается в улиточном аппарате (рис.2.б.), улиточно-лопаточные с улиточным закручиванием потока аэропыли и аксиальным лопаточным закручивателем вторичного воздуха (рис. 2.в.), лопаточные, в которых закручивание потоков вторичного воздуха и аэропыли обеспечивается аксиальным и тангенциальным лопаточными аппаратами.

Горелки этого типа имеют производительность от - 1 до 3,8 кг условного топлива/с, что определяет их тепловую мощность от 25 до 100 МВт. Наиболее распространены двухулиточные и улиточно-лопаточные горелки, последние бывают большой тепловой мощности (75 – 100 МВт). Основным показателем аэродинамической характеристики горелки с закручивающим аппаратом является параметр крутки n . Его значения для промышленных горелок находятся в пределах 1.5 – 5, большие значения 3 – 5 относятся к закручиванию потока вторичного воздуха.

С увеличением степени крутки потока увеличивается угол раскрытия струи и расширяются ее границы, увеличиваются размеры зоны рециркуляции газов к устью факела, что обеспечивает более быстрый прогрев и воспламенение топлива. Горелки с повышенным значением параметра n используют при сжигании малореакционных, трудно воспламеняющихся топлив (с относительно низким выходом летучих веществ). Лопаточный завихрывающий аппарат может быть выполнен поворотным, что позволяет производить оптимальную настройку аэродинамики горелки.

На полноту сгорания топлива сильное влияние оказывает соотношение аксиальных скоростей первичного и вторичного потоков воздуха в горелке. Скорость первичного потока (аэропыли) обычно составляет $W_1 = 16 - 25$ м/с. Более высокие скорости характерны для мощных горелок. Оптимальная скорость вторичного воздуха составляет $W_2 = (1,5 \dots 1,7) \cdot W_1$.

Вихревые горелки универсальны и применимы для любого твердого топлива, но наибольшее распространение они получили при сжигании топлив с малым выходом летучих. Горелки повышенной тепловой мощности выполняют с двумя регулируемыми коаксиальными каналами по вторичному воздуху (рис. 2.в.), что обеспечивает сохранение необходимых скоростей воздуха при работе на пониженных нагрузках. При нагрузке менее 70% номинальной периферийный канал воздуха перекрывают и тем сохраняют высокие скорости.

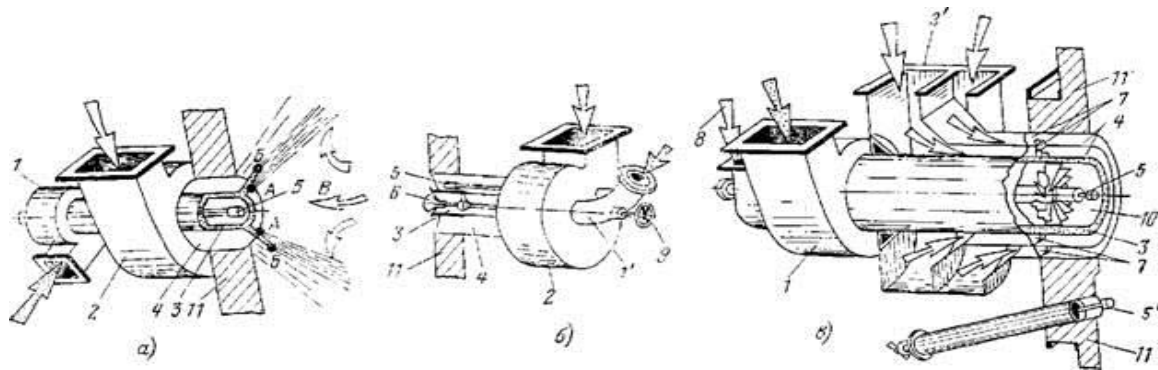


Рисунок 2– Виды вихревых пылеугольных горелок

а – двухулиточная горелка; б – прямоточно-улиточная горелка ОРГРЭС; в – улиточно-лопаточная горелка ЦКТИ – ТКЗ; 1 – улитка пылевоздушной смеси; 1' – входной патрубок пылевоздушной смеси; 2 – улитка вторичного воздуха; 2' – короб ввода вторичного воздуха; 3 – кольцевой канал для выхода пылевоздушной смеси в топку; 4 – то же для вторичного воздуха; 5 – основная мазутная форсунка; 5' – растопочная мазутная форсунка; 6 – рассекатель на выходе пылевоздушной смеси; 7 – завихрывающие лопатки для вторичного воздуха; 8 – подвод третичного воздуха по осевому каналу; 9 – управление положением рассекателя; 10 – завихритель осевого потока воздуха; 11 – обмуровка топки; АБ – граница воспламенения пылевоздушной смеси; В – подсос топочных газов к корню факела.

Ярким примером удачного применения вихревого принципа интенсификации горения

топлива являются циклонные (вихревые) предтопки.

В качестве примера приведем исследования циклонно-вихревых принципов организации топочных процессов зарубежными инженерами компании «Babcock&Wilcox». В 2010 г. компанией Babcock&Wilcox оформлен патент [1] на циклонный предтопок, как способ снижения оксидов азота при сжигании топлива с избытком воздуха $\alpha < 0,9$ и нестехиометрическом вводе воздуха как в камеру сгорания предтопка, так и в топку котла.

В настоящее время компанией «Babcock&Wilcox» с привлечением научно-исследовательских центров ведутся работы по моделированию процессов смесеобразования, горения с целью повышения эффективности циклонно-вихревой технологии в части надежности и снижения вредных выбросов в атмосферу. Детальные исследования, представленные в различных источниках, доказывают, что влиять на процессы горения и смесеобразования проще в ограниченном объеме, но для этого требуется знать в каких зонах происходят реакции связанные с образованием оксидов азота. Тогда перманентное воздействие водой, либо концентрацией кислорода позволяет достаточно эффективно добиться результатов без использования дорогостоящих систем рециркуляции дымовых газов и нестехиометрического горения с большим количеством горелок.

Стоит отметить что циклонные предтопки и их различные модификации вне зависимости от применяемого топлива имеют общий существенный недостаток выраженный в следующих положениях:

- В аэродинамической структуре циклонно-вихревых камер сгорания свойственно присутствие устойчивых высоконапряженных циркуляционных зон;
- Имеет место высокое гидравлическое сопротивление циклонной камеры, достигающее при номинальной нагрузке 600-800 мм.вод.ст.
- При неправильной организации аэродинамики и распыла топлива практически сразу начинается разрушение внутренней поверхности предтопка.

Данный недостаток возможно существенно сократить с применением ниже описанной конструкции горелочного устройства [2]. Аэродинамическое сопротивление в целом снижается по сравнению с известными аналогами. К тому же характер возрастания аэродинамического сопротивления по сечению конструкции плавный вместо ступенчатого по сравнению с циклонными предтопками, что также положительно сказывается на работе горелочного устройства.

Рассмотрим непосредственно само горелочное устройство и принцип его работы.

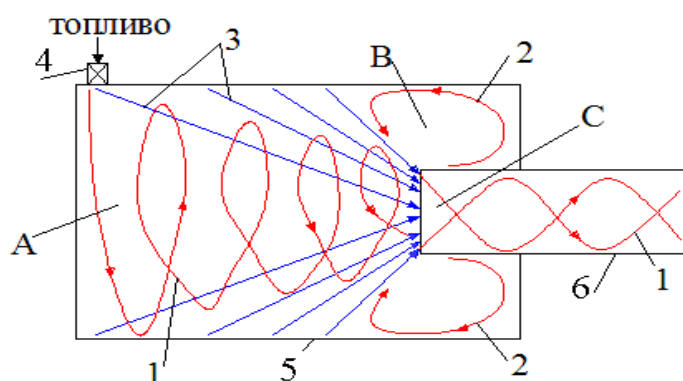


Рисунок 3– Движение газов в вихревой горелке

1-вихревое движение продуктов полного и неполного сгорания, 2-обратные токи, 3-вектор пламени в камере сгорания; 4 – Входной патрубок; 5 – Основная камера; 6 – выходной патрубок. Зоны А, В, С.

Топливо и окислитель в камеру сгорания 5 (рис. 3.) поступает тангенциально через входной патрубок 4. Топливо и окислитель входят в горелку отдельно, далее смешиваясь в

основной камере 5. Пик эффекта смещения приходится на входное сечение выходного патрубка 6.

Воспламенение топлива начинается в камере сгорания 5, сопровождаясь термической обработкой топлива, выделением летучих фракций, частичным коксованием и т.д. Продукты полного и неполного сгорания, закручиваясь, образуют устойчивый вихревой поток (на рисунке 1 траектория газов показана красными линиями 1). Под действием вихревого движения газов в приосевой зоне *A* образуется разрежение, а в зоне *B* - обратные токи 2 продуктов сгорания. Обратные токи 2 создают в зоне *B* избыточное давление, за счет чего давление в зоне *B* превышает зону *C*. В результате вектор пламени 3 будет направлен в зону *C*. Таким образом, в камере сгорания вихревые потоки приобретают форму Торнадо-образного вихря с сужением вихревого радиуса по ходу газов к выходному сечению. Из гидрогазодинамики известно, что сокращение сечения прохода газа неизбежно влечет за собой повышение скорости движения. В итоге максимальная скорость имеет место на входе в выходной патрубок. В этом сечении наблюдается повышенная степень перемешивания топливо-воздушной смеси и продуктов сгорания, а также за счет сжатия газового потока отсутствует приосевая зона разрежения (вакуума).

Немаловажным фактором является, то-что данная горелка может использовать в качестве топлива не только уголь и газ, но и водоугольную суспензию, водомазутную эмульсию, отработанные масла и твердые бытовые отходы.

В настоящее время в мире проводится множество исследований в области изучения вихревого эффекта, что подтверждает правильность изучения данного вопроса.

Список использованных источников

1. Pat. 7,926,432 B2 United States, Int. Cl.7 F23D 1/2(20060101), Low NO.sub.x cyclone furnace steam generator / Gerald J. Maringo; and oth. // Babcock & Wilcox Power Generation Group, Inc., Appl № 11/720,506; filed: Feb. 6, 2006; date of patent: Apr. 19, 2011.
2. Пат. 20836 (РК). Республика Казахстан. – Устройство для сжигания углеводородного топлива «Дауыл». / Баубеков М.А., Баубеков А.А.; опубл. 16.02.2009, Бюл. № 2. – 3 с. Заявка № 2007/0915.1 от 03.07.2007.